

Abstract of DE19911375

A missile (11) detection device (10) has two optical receivers (12,13) arranged in the direction of flight ahead of target (14) and aligned so that their fields of view (15;16) intersect one another in a zone (17) associated with a central region of the target (14) corresponding to a direct hit. A transmitter (33) transmits a light-beam into the zone of intersection (17) so that reflections measured by the receivers (12,13) can be detected in the intersection zone and processed in a control unit (18).

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKEANAMT

Offenlegungsschrift

(10) DE 199 11 375 A 1

(51) Int. Cl. 7:

G 01 S 17/02

F 41 J 5/12

G 06 F 19/00

// G06F 171:00

(21) Aktenzeichen: 199 11 375.0

(22) Anmeldetag: 15. 3. 1999

(43) Offenlegungstag: 21. 9. 2000

(71) Anmelder:

Hipp, Johann F., Dipl.-Phys., 22391 Hamburg, DE

(74) Vertreter:

Patentanwälte Schaefer & Emmel, 22043 Hamburg

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Einrichtung zur Detektion der Position eines Flugkörpers

(57) Einrichtung zur Detektion der Position eines sich von einem Ausgangspunkt auf ein Ziel zu bewegenden Flugkörpers, mit mindestens zwei, deren Sehwinkelbereiche sich, auf eine Ebene senkrecht zur Flugbahn projiziert, überschneiden, mit mindestens einem Sender, der einen Lichtstrahl in den Überschneidungsbereich der Sehwinkel dergestalt sendet, daß von beiden Empfängern detektierbare Reflexionen im Überschneidungsbereich auftreten können, und mit einer Kontrolleinheit, die die von den Empfängern gemessenen Reflexionen verarbeitet.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung, mit der die Position eines Flugkörpers detektiert werden kann, der sich von einem Ausgangspunkt auf ein Ziel hin bewegt.

Ein solche Einrichtung ist im Anspruch 1 angegeben. Die Unteransprüche betreffen Ausgestaltungen der Erfindung.

Eingesetzt werden können erfindungsgemäße Einrichtungen z. B. in Übungsschießanlagen. Insbesondere in solchen Anlagen, in denen der Abschußpunkt relativ weit von dem Zielobjekt entfernt ist, kann eine während des Fluges vorgenommene Positionsbestimmung des Flugkörpers eine wesentliche Erleichterung bei der Auswertung des Schußergebnisses darstellen. Mit der erfindungsgemäßen Einrichtung läßt sich, wie weiter unten beschrieben, ein Meßraster in Flugrichtung des Flugkörpers vor dem Ziel installieren und bestimmten Feldern des Meßrasters bestimmte Zielbereiche zuordnen.

Man kann dann aus dem Hindurchtreten des Flugkörpers durch ein Feld des Meßrasters direkt die Einschlagstelle in dem Zielobjekt bestimmen. Außerdem kann man das Meßraster so auslegen, daß auch Umgebungsbereiche des Zielobjektes erfaßt werden. Man kann daher mit der erfindungsgemäßen Einrichtung auch feststellen, wie weit ein Schuß das Zielobjekt verfehlt hat, was ansonsten nicht so ohne weiteres möglich wäre.

Die erfindungsgemäße Einrichtung, mit der sich z. B. zu obigem Zweck die Position eines Flugkörpers zwischen Ausgangspunkt und Ziel bestimmen läßt, weist mind. zwei optische Empfänger auf, deren Schwingbereiche sich, auf eine Ebene senkrecht zur Flugbahn projiziert, überschneiden und mind. einen Sender, der einen Lichtstrahl in den Überschneidungsbereich der Schwingen beider Empfänger sendet, dergestalt, daß beide Empfänger Reflexionen des Lichtstrahls, ausgelöst vom Flugkörper, messen können.

Der angesprochene "Überschneidungsbereich" der Schwingen ist nicht wörtlich zu nehmen. Die Schwingen der Empfänger müssen keine gemeinsame Schnittebene ausbilden, sondern können durchaus in unterschiedlichen Ebenen quer zur Flugrichtung angeordnet sein. Erforderlich ist lediglich, daß die Schwingen in Flugrichtung gesehen einander kreuzen und daß der Sender einen Lichtstrahl in diesen Überschneidungsbereich sendet, der Reflexionen zu beiden Empfängern erlaubt.

Insbesondere für den Fall, daß die Schwingen der Empfänger in Flugrichtung zueinander beabstandet sind, sieht eine bevorzugte Ausgestaltung vor, daß jedem Empfänger ein Sender zugeordnet ist, der den Schwingbereich des Empfängers ausleuchtet.

Die in der Erfindung einsetzbaren Sender können grundsätzlich mit Lichtstrahlen arbeiten. In aller Regel werden jedoch als Meßstrahlen Laserstrahlen eingesetzt. Im folgenden wird daher nur noch von Laserstrahlen gesprochen, was aber grundsätzlich nicht die Verwendung anderer Lichtstrahlen ausschließt.

Grundsätzlich können Empfängersehbereiche und Laserstrahlen mit konstantem Durchmesser eingesetzt werden, wobei allerdings in diesem Fall die Größe der Überschneidungsbereiche "sehr limitiert" ist. In aller Regel arbeitet die erfindungsgemäße Einrichtung in bevorzugter Ausgestaltung daher mit Empfängern, die einen aufgefächerten Schwingen aufweisen, bzw. Sendern, die einen in einem definierten Winkelbereich auffächernden Laserstrahl aussenden.

Mit der oben angegebenen Einrichtung läßt sich zwischen Ausgangspunkt eines Flugkörpers und dem angesteuerten Zielobjekt als Meßraster ein Vorhang aus einander überschneidenden ausgeleuchteten Schwingbereichen span-

nen, wobei die Überschneidungsbereiche jeweils Felder des Meßrasters bilden. Diese Überschneidungsbereiche lassen sich, da die Koordinaten der Empfänger sowie ihre Schwingen bekannt sind, ohne größeren Aufwand in ein, der weiteren Auswertung angepaßtes, Koordinatensystem umrechnen.

Im einfachsten Fall mit zwei Empfängern, die jeweils einen Schwingbereich abdecken, erzeugt die erfindungsgemäße Einrichtung damit ein Meßraster vor dem Zielobjekt, 10 das genau ein Feld ausbildet. Durchtritt des Flugkörpers auf seinem Weg zum Ziel beide Schwingbereiche (fliegt er also durch den von einer bzw. mehreren Sendern ausgeleuchteten Überschneidungsbereich beider Empfänger) so läßt sich seine Position entsprechend berechnen und Zielkoordinaten zuordnen.

Der Flugkörper erzeugt bei Durchtritt durch den Schwingbereich eines Empfängers charakteristische Reflexionsignale. Aus Anstieg und Abfall des Signals läßt sich z. B. auf die Form des Flugkörpers schließen. Die Dauer erlaubt unter 20 Berücksichtigung der Flugkörpersgeschwindigkeit eine Aussage über die Länge. Bei Salven kann aus der Anzahl der Reflexionen auf die Kadenz und Anzahl geschlossen werden etc.

Zur Auswertung der obigen Kriterien enthält die erfindungsgemäße Einrichtung eine Kontrolleinheit, die von den Empfängern gemessenen Reflexionen verarbeitet. Im einfachsten Fall ermittelt die Kontrolleinheit nur, bei welchen überschneidenden Schwingbereichen Reflexionen aufgetreten sind und bestimmt daraus Ortskoordinaten, die unterschiedlichen Zielbereichen zugeordnet z. B. Aufschluß über die Treffgenauigkeit des abgefeuerten Geschoßes erlauben. Weiterhin kann die Kontrolleinrichtung bei entsprechender Empfängeranordnung die Geschwindigkeit des Flugkörpers und ggf. seine Länge/Kaliber errechnen bzw. eine Auswertung von Salven etc. erlauben. Die Kontrolleinrichtung kann z. B. ein üblicher Rechner sein, der mit der erfindungsgemäßen Einrichtung verbunden bzw. in diese integriert ist.

Bei dem bislang beschriebenen einfachsten Fall ist mit der erfindungsgemäßen Einrichtung nur die Aussage möglich, ob ein Flugkörper eine bestimmte Position während seines Flugweges durchquert hat oder nicht.

Für den Fall, daß weitere mögliche Flugkörperpositionen bestimmt werden sollen, sieht eine weitere Ausgestaltung vor, daß mehrere Empfänger vorgesehen sind, die jeweils mehrere sich ergänzende Schwingbereiche vorzugsweise in einer gemeinsamen Ebene überwachen. In einer weiteren Ausgestaltung können Sender vorgesehen werden, die bezüglich ihrer Winkelbereiche ergänzende Laserstrahlen aussenden.

Wie oben angesprochen sind zwei lichtempfindliche Empfänger mindestens einem Sender zugeordnet. Die Empfänger müssen in der Lage sein, Reflexionen in dem Laserstrahl des Senders zu messen und insbesondere z. B. eine Aussage über die Dauer etc. der Reflexion zu treffen. Solche Empfänger sind bekannte Bauteile, z. B. Photodioden.

Vorzugsweise wird pro Empfänger ein Sender eingesetzt, der einen innerhalb des Schwingens des Empfängers einen aufgefächerten Strahl aussendet. Es gibt nun grundsätzlich die Möglichkeit, einen Empfänger zu verwenden, der eine 60 Reflexion in dem aufgefächerten Laserstrahl bzw. des Schwingens ohne weitere Differenzierung mißt. Möchte man jedoch hier noch eine höhere Auflösung, so kann auch ein Empfänger eingesetzt werden, der in der Lage ist, innerhalb seines Schwingens gemessenen Reflexionen einen Winkelwert bzw. Winkelwertbereich zuzuordnen. Dies ist z. B. dann von Interesse, wenn mehrere Geschosse nacheinander auf geringfügig versetzten Flugbahnen einen Schwingüberschneidungsbereich passieren.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Empfänger eine parallel zur Fächerebene des Lichtstrahls ausgerichtete zeilenförmige Anordnung von separat ansprechbaren Unterempfängern, z. B. Photodioden, von denen jeweils eine einem Unterwinkelbereich des gesamten Schwindels zugeordnet ist.

Wie oben bereits angesprochen, können die Empfänger in Flugrichtung gesehen beabstandet zueinander angeordnet sein, so daß ihre Schwindel in unterschiedlichen Ebenen liegen. Eine derartige Anordnung hat den Vorteil, daß man über die Zeitdifferenz, mit der an beiden Empfängern die Reflexion eines Flugkörpers erfolgt, dessen Geschwindigkeit errechnen kann. Kennt man die Geschwindigkeit, so läßt sich aus der Reflexionsdauer (d. h. der Dauer, die der Flugkörper benötigt, um den Schwindel des Empfängers vollständig zu durchqueren) die Länge des Flugkörpers bestimmen. Man kann bei Anordnung der Sensoren gemäß dieser Ausgestaltung daher in einfacher Weise den detektierten Flugkörper bezüglich Geschwindigkeit und Ausdehnung charakterisieren und z. B. Fehlerquellen ausschließen, z. B. vom Empfänger erfaßte Insekten oder Vögel etc.

Im folgenden soll die Erfindung anhand mehrerer Abbildungen näher erläutert werden.

Fig. 1 zeigt eine ersten einfache Ausführung der erfundungsgemäßen Detektionseinrichtung in Flugrichtung gese-

hen,

Fig. 2 zeigt einen ähnlichen Aufbau wie **Fig. 1**, wobei al-

lerdings die gezeigte Ausführungsform eine höhere Auflö-

sung besitzt,

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform eines in der erfin-

dungsgemäßen Einrichtung einsetzbaren Sensors in Teila-

sicht,

Fig. 4 zeigt den Aufbau einer Ausführung der erfundungsgemäßen Einrichtung in einer Seitenansicht.

In **Fig. 1** erkennt man eine erfundungsgemäße Einrichtung 10 zum Detektieren eines Flugkörpers 11, die zwei Empfänger 12 und 13 aufweist. Die Flugrichtung des Projektils 11 verläuft in die Zeichnungsebene hinein von einem nicht gezeigten definierten Ausgangspunkt auf ein Ziel 14 hin. Die Empfänger 12 und 13 sind in Flugrichtung vor dem Ziel 14 angeordnet und beobachten jeder in einem Schwindelbereich 15 bzw. 16. Die Empfänger 12 und 13 sind so ausgerichtet, daß ihre Schwindelbereiche 15 und 16 in Flugrichtung auf das Ziel 14 projiziert sich in einem Bereich 17 überschneiden. Der Bereich 17 ist im gezeigten Fall einem zentralen Bereich des Ziels 14 zugeordnet und entspricht damit in seiner Position einem Volltreffer. Nicht gezeigt ist der mindestens eine Sender der zur Beleuchtung des Bereichs 17 erforderlich ist. Es kann sich dabei um einen Sender mit z. B. hoher Lichtleistung handeln der im Winkel zu beiden Schwindelbereichen gezielt in den Bereich 17 hineinleuchtet. Genauso gut ist es aber auch möglich, einen Empfänger mit einem parallel abstrahlenden Sender zusammenzufassen.

Mit der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform 10 der erfundungsgemäßen Einrichtung läßt sich lediglich ermitteln, ob der Flugkörper 11 auf seiner Flugbahn vom definierten Startpunkt zum Ziel 14 den Bereich 17 durchquert hat oder nicht. Mit Durchtritt des Flugkörpers 11 durch den Bereich 17 ist gemeint, daß er auf seinem Weg vom Ausgangspunkt zum Ziel 14 in beiden Schwindelbereiche 15 und 16, Reflexionen erzeugt. Tritt der Flugkörper 11 dagegen nur durch einen der beiden Schwindelbereiche 15 oder 16 bzw. durch keinen hindurch, so bedeutet das, daß er sich auf einer anderen nicht weiter differenzierten Flugbahn befindet.

Die Auswertung der diesbezüglichen von den Empfängern 12 und 13 gelieferten Daten erfolgt in einer Kontrolleinheit 18, die über Datenleitungen 19 mit beiden Sensoren

verbunden ist.

Fig. 1 zeigt die einfachste Ausführung einer erfundungsgemäßen Einrichtung. Mit der in **Fig. 1** gezeigten Einrichtung kann lediglich differenziert werden zwischen z. B. der Aussage "Treffer ja oder nein". Falls in diesem Fall das Ziel 14 vollständig verfehlt wurde, läßt sich nicht mehr sagen, wo der Flugkörper hingeflogen ist.

Um hier eine genauere Aussage zu ermöglichen, wird daher in aller Regel vorgesehen, daß die Empfänger nicht nur jeweils einen sondern mehrere Schwindelbereiche abdecken. Den Aufbau einer solchen erfundungsgemäßen Einrichtung 20 zeigt **Fig. 2**. Die gezeigte Einrichtung 20 weist zwei Sensoren 22 und 23 auf, die jeweils mehrere nicht dargestellte Empfänger enthalten, die aufgefächerte Schwindelbereiche 25 und 26 abdecken, und zusammen jeweils für jeden Sensor 22 und 23 einen Bereich von fast 180 Grad überdecken. Mit Sensor soll im folgenden eine Einheit aus mehreren Empfängern/und ggf. einem oder mehreren Sendern bezeichnet werden. In **Fig. 2** sind nur beispielhaft für jeden Sensor zwei der Schwindelbereiche – mit den jeweiligen Referenzzeichen – versehen. Es versteht sich, daß die anderen dargestellten Schwindelbereiche ebenfalls dem einen bzw. dem anderen Sensor zuzuordnen sind.

Man erkennt nun, daß sich die von den Sensoren 22 und 23 abgedeckten Schwindelbereiche 25 und 26 in einer Vielzahl von Bereichen überschneiden. Als Beispiel sei nur ein Bereich 27 angegeben, der in etwa dem zentralen Bereich eines Ziels 24 entspricht. Der Bereich 27 ist jedoch von weiteren Überschneidungsbereichen umgeben, die insgesamt das Ziel 24 vollständig und auch den Umgebungsbereich des Ziels abdecken. Nur als weiteres Beispiel ist ein außerhalb des Ziels 24 angeordneter Überschneidungsbereich 28 dargestellt, dessen Koordinaten von einer nicht gezeigten Kontrolleinheit ermittelt würden, falls der ebenfalls nicht gezeigten Flugkörper die beiden Schwindelbereiche 26' und 25' durchtrate würde, die diesen Bereich 28 definieren. Aus den Koordinaten des Bereiches 28 könnte man dann berechnen, wie weit der Flugkörper das Ziel 24 verfehlt hat.

Fig. 3 zeigt nun in einer Teildarstellung den Aufbau eines Sensors 32. Gestrichelt dargestellt ist ein Sender 33, der eine Laserdiode 34 aufweist, die einen Laserstrahl 35 zu einer Linse 36 aussendet. Die Linse 36 fächert den Laserstrahl 35 in einem definierten Winkelbereich zu einem Strahl 35' auf. Weiterhin enthält der Sensor 32 einen Empfänger 37. Der Empfänger 37 weist eine zeilenförmige Anordnung 38 von separat ansprechbaren Unterempfängern 39a bis 39h auf, die z. B. Photodioden oder dergleichen sein können. Der Empfänger 37 enthält weiterhin eine Linse 40, die einen Schwellenbereich 41 definiert. Die Fächerebene des Empfängers 37 und die Fächerebene des Laserstrahls 35' werden zumindest in dem interessierenden Meßbereich in einer Ebene angeordnet, dergestalt, daß der Empfänger 37 Reflexionen im Laserstrahl 35 messen kann. Dabei werden je nach Durchtrittsort eines Flugkörpers durch den Schwindelbereich ggf. unterschiedliche Unterempfänger 39a-39h angesprochen, die dann eine Auflösung des Reflexionereignisses ermöglichen.

Fig. 4 zeigt schließlich den Aufbau einer Ausführung der erfundungsgemäßen Einrichtung von der Seite. Dargestellt ist z. B. ein üblicher Schießstand 50 mit einem Abschußpunkt 51 und einem Ziel 52. Die Abbildung zeigt weiterhin einen Flugkörper 53, der sich auf einer gestrichelt dargestellten Flugbahn 54 zwischen dem Punkt 51 und dem Ziel 52 bewegt. Im Verlauf der Flugbahn ist nun die erfundungsgemäße Einrichtung 55 vorgesehen, die zwei Empfänger 56 und 57 aufweist mit Schwindelbereichen 58 und 59. Die Schwindelbereiche 58 und 59 verlaufen in verschiedenen Ebenen sind jedoch so ausgerichtet, daß sie sich in einer Ebene senkrecht zur Flugrichtung projiziert in einem bzw.

bei mehreren Empfängern in mehreren Bereichen überschneiden. Mit mindestens einem nicht dargestellten Sender werden wie oben ausgeführt die Überschneidungsbereiche ausgeleuchtet. Die Bewegung des Flugkörpers 53 auf einer Flugbahn innerhalb eines bestimmten Bereiches ist dann gegeben, wenn der Flugkörper Reflexionen an den jeweiligen beiden, diesen Bereich definierenden Sehwinkelbereichen 58 und 59 erzeugt. Aus den Koordinaten des Bereiches lässt sich die weitere Flugbahn des Objektes 53 und damit der Aufschlagort auf dem Ziel 52 voraussagen und die Treffgenauigkeit ermitteln. Außerdem lässt sich aber auch noch aus der Differenz der Zeiten, zu der der Flugkörper 53 an dem Sehwinkelbereich 58 und am Sehwinkelbereich 59 eine Reflexion erzeugt (z. B. in beiden Fällen Beginn der Reflexion) die Geschwindigkeit des Flugkörpers 53 berechnen. Ist die Geschwindigkeit ermittelt, kann weiterhin aus der Dauer der Reflexion (d. h. in der Zeit, die der Flugkörper 53 braucht, um den Sehwinkelbereich 58 vollständig zu durchqueren – Startsignal bis Stoppsignal) die Länge des Flugkörper 53 bestimmen. Beide Daten – Geschwindigkeit und Flugkörperlänge – erlauben eine Fehlerprüfung d. h. man kann so sicherstellen, daß die gemessenen Reflexionen tatsächlich durch den gewünschten Flugkörper und nicht durch andere Objekt, z. B. Vögel oder Insekten etc. hervorgerufen wurden.

5 10 15 20 25

vorgesehen sind.

9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1–8, dadurch gekennzeichnet, daß der Empfänger (37) so ausgebildet ist, daß er in der Lage ist, innerhalb des Sehwinkels detektierten Reflexionen einen Winkelwert bzw. Winkelwertebereich zuzuordnen.
10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Empfänger (37) eine insbesondere parallel zur Fächerebene des Lichtstrahles (35') ausgerichtete zeilenförmige Anordnung (38) von separaten ansprechbaren Unterempfängern (39a–39h) aufweist.
11. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1–10, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfänger (56, 57) in Flugrichtung (54) gesehen versetzt angeordnet sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Detektion der Position eines sich von einem Ausgangspunkt (51) auf ein Ziel (14, 24, 52) zu bewegenden Flugkörpers (11), mit mindestens zwei Empfängern (12, 13; 22, 23; 32; 56, 57), deren Sehwinkelbereiche (15, 16, 25, 26, 25', 26', 41, 58, 59) sich, auf eine Ebene senkrecht zur Flugbahn projiziert, überschneiden, mit mindestens einem Sender (33), der einen Lichtstrahl (35) in den Überschneidungsbereich (17, 27, 28) der Sehwinkel (15, 16, 25, 26, 25', 26', 41, 58, 59) dergestalt sendet, daß von beiden Empfängern (12, 13; 22, 23; 32; 56, 57) detektierbare Reflexionen im Überschneidungsbereich auftreten können, und mit einer Kontrolleinheit (18), die die von den Empfängern (12, 13, 22, 23, 32, 56, 57) gemessenen Reflexionen verarbeitet.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Empfänger (37) ein Sender (33) zugeordnet ist, der in der Ebene des Sehwinkels abstrahlt.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtstrahl (15, 16, 25, 26, 58, 59) ein Laserstrahl ist.
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Überschneidungsbereich (17, 27, 28) einem Bereich des Ziels (14, 24) bzw. einem Bereich aus dessen Umgebung zugeordnet ist.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1–4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Sender (33) einen in einem definierten Winkelbereich auffächernden Lichtstrahl (35') aussendet.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Empfänger vorgeschen sind, die bezüglich ihrer Winkelbereiche ergänzende Sehbereiche (25, 26) abdecken.
7. Einrichtung nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß die abgeckten Sehbereiche und/oder Laserstrahlen eine Ebene aufspannen.
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1–7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Vergrößerung des abgedeckten Flächenbereiches mehr als zwei Empfänger

30 35 40 45 50 55 60 65

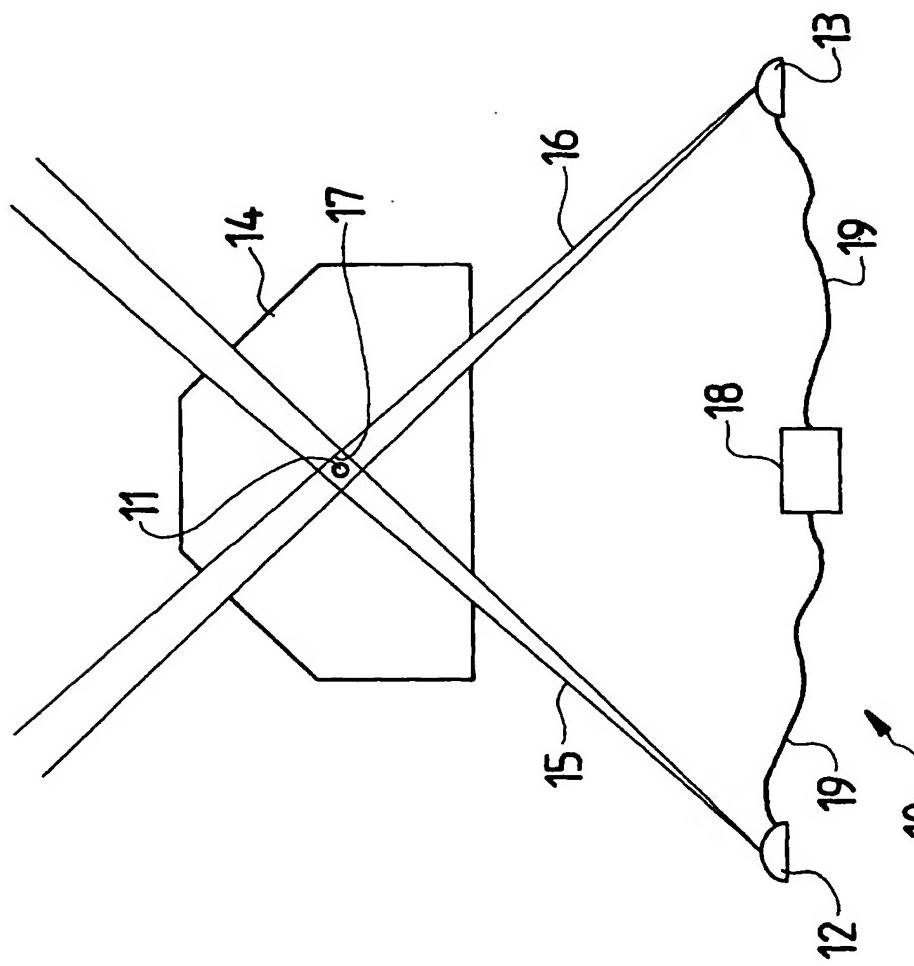


Fig. 1

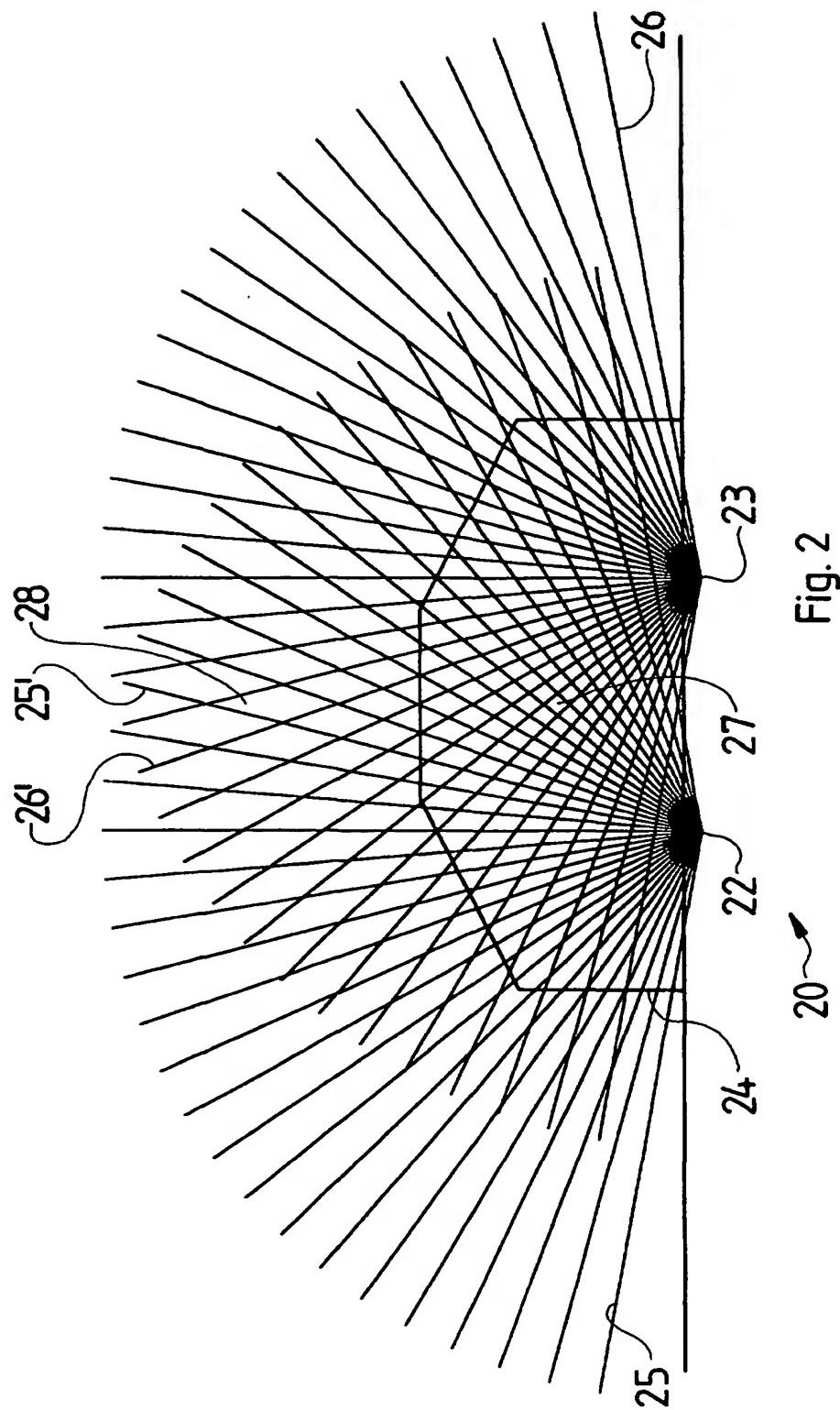


Fig. 2

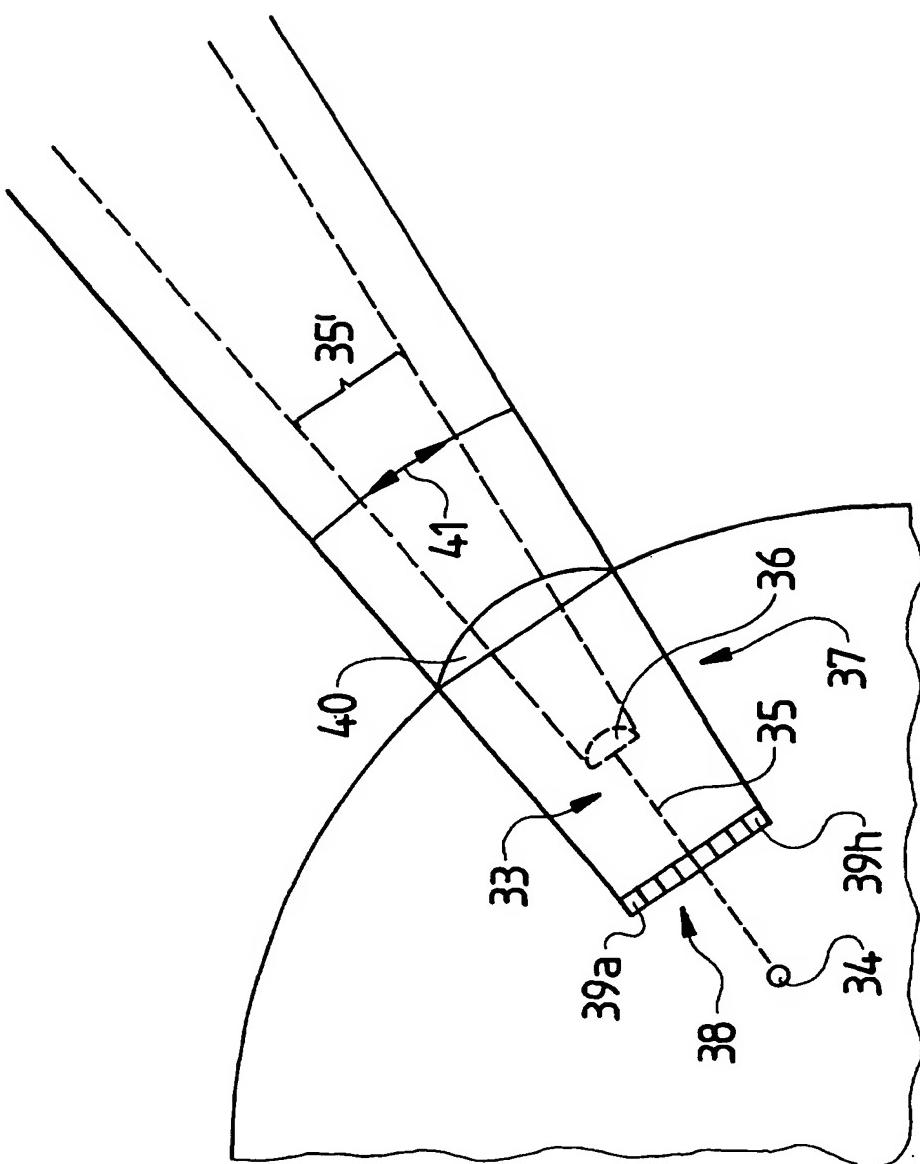


Fig. 3

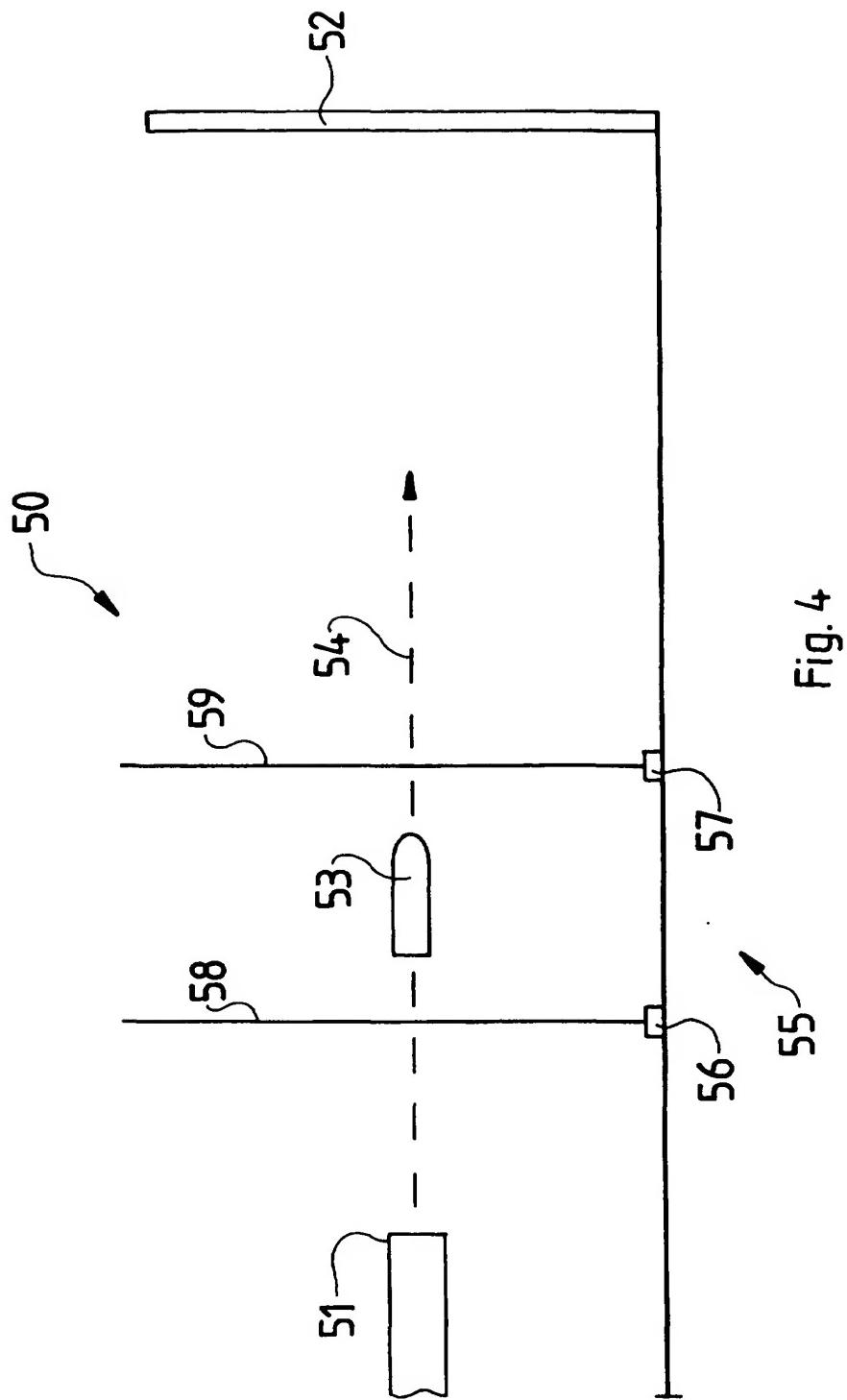


Fig. 4